

X
cl 7

2

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-123471

(43) 公開日 平成10年(1998)5月15日

(51) Int. Cl. 6

識別記号

F I

G 0 2 F 1/01

G 0 2 F 1/01

B

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L

(全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平8-282498

(22) 出願日 平成8年(1996)10月24日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 長久保 惣功

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 衣袋 貞雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 茂泉 修司

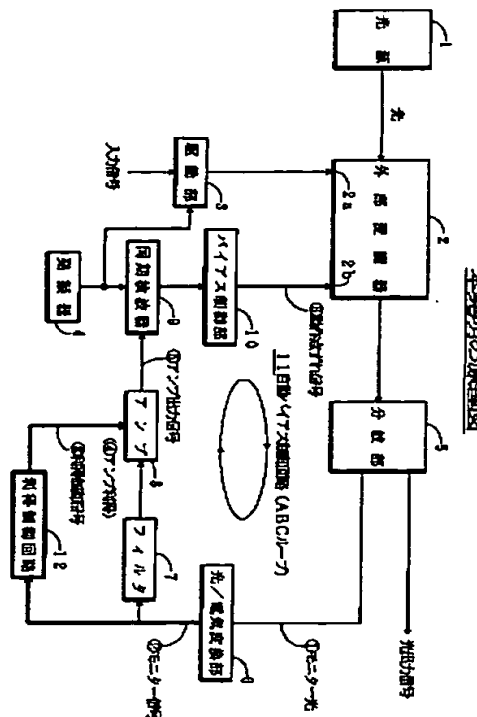
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送信機

(57) 【要約】

【課題】 外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機に関し、光源対応に個別に自動バイアス制御回路を設計することなく且つ光源のレベルが障害により低下しても自動バイアス制御が可能となるようにする。

【解決手段】 外部変調器2の光出力信号又は光入力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出し、該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する利得制御信号を発生して自動バイアス制御回路11内の利得を制御する利得制御回路12を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機において、該自動バイアス制御回路が、該外部変調器の光出力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出するモニター信号検出部を有し、さらに、該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する利得制御信号を発生して該自動バイアス制御回路内のアンプの利得を制御する利得制御回路を設けたことを特徴とする光送信機。

【請求項2】請求項1において、

該モニター信号検出部が、該光出力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光を該モニター信号に変換する光／電気変換部とで構成されていることを特徴とする光送信機。

【請求項3】外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機において、該外部変調器の光入力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出するモニター信号検出部と、該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する利得制御信号を発生して該自動バイアス制御回路内のアンプの利得を制御する利得制御回路と、を設けたことを特徴とする光送信機。

【請求項4】請求項3において、

該モニター信号検出部が、該光入力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光を該モニター信号に変換する光／電気変換部とで構成されていることを特徴とする光送信機。

【請求項5】請求項1乃至4のいずれかにおいて、該利得制御回路が、平均値検出部と反転型増幅部の直列回路で構成されていることを特徴とする光送信機。

【請求項6】請求項1乃至4のいずれかにおいて、該利得制御回路が、ピーク値検出部と反転型増幅部の直列回路で構成されていることを特徴とした光送信機。

【請求項7】請求項2において、

該光／電気変換部が負荷抵抗に接続された受光素子であり、該負荷抵抗の出力電圧を該モニター信号として該利得制御回路に与えることを特徴とした光送信機。

【請求項8】請求項7において、

該受光素子がPINフォトダイオードであることを特徴とした光送信機。

【請求項9】請求項7において、

該受光素子がAPDであることを特徴とした光送信機。

【請求項10】外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機において、

該自動バイアス制御回路が、該外部変調器の光出力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光をモニター信号に変換する光／電気変換部とを有し、該光／電気変換部が可変負荷抵抗に接続された受光素子であ

り、さらに、該可変負荷抵抗の負荷電圧を該モニター信号として入力し該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する負荷電圧を発生するように該可変負荷抵抗を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路を設けたことを特徴とする光送信機。

【請求項11】外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機において、

該自動バイアス制御回路が、該外部変調器の光出力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光をモニター信号に変換する光／電気変換部とを有し、該光／電気変換部が電圧可変型電源を有する負荷抵抗に接続された受光素子であり、さらに、該負荷抵抗の負荷電圧を該モニター信号として入力し該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する負荷電圧が発生されるように該電圧可変型電源を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路を設けたことを特徴とする光送信機。

【請求項12】外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機において、

該自動バイアス制御回路が、該外部変調器の光出力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光をモニター信号に変換する光／電気変換部とを有し、該光／電気変換部が負荷抵抗に接続されたAPDであり、さらに、該APDのバイアス電圧を制御するAPDバイアス部と、該負荷抵抗の負荷電圧を該モニター信号として入力し該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する負荷電圧が発生されるように該APDバイアス部を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路と、を設けたことを特徴とする光送信機。

【請求項13】外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機において、該自動バイアス制御回路が、該外部変調器の光出力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出するモニター信号検出部を有し、該外部変調器の入力光源にレーザダイオードを用い、さらに、該レーザダイオードに接続されたLD電流制御部と、該レーザダイオードの光出力信号が該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加するように該LD電流制御部を介して該レーザダイオードを電流制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路と、を設けたことを特徴とする光送信機。

【請求項14】外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機において、

該自動バイアス制御回路が、該外部変調器の光出力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出するモニター信号検出部を有し、さらに、該外部変調器と光源との間に挿入された光減衰器と、該外部変調器の光入力信号のレベルが該モニター信号のレベルに対応し

て該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加するように該光減衰器を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路と、を設けたことを特徴とする光送信機。

【請求項 1 5】請求項 1 4 において、該光減衰器の代わりに光増幅器を用いることを特徴とした光送信機。

【請求項 1 6】外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機において、該自動バイアス制御回路が、該外部変調器の光出力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光をモニター信号に変換する光／電気変換部とを有し、さらに、該分岐部と該光／電気変換部との間に挿入された光減衰器と、該モニター光のレベルが該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加するように該光減衰器を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路と、を設けたことを特徴とする光送信機。

【請求項 1 7】請求項 1 6 において、該光減衰器の代わりに光増幅器を用いることを特徴とした光送信機。

【請求項 1 8】請求項 1 6 において、該光減衰器の代わりに電界吸収型外部変調器を用いることを特徴とした光送信機。

【請求項 1 9】請求項 1 4 において、該光減衰器の代わりに電界吸収型外部変調器を用いることを特徴とした光送信機。

【請求項 2 0】請求項 1 乃至 1 9 のいずれかにおいて、該自動バイアス制御回路が複数の光源に対応した複数の変調器に対してそれぞれ設けられていることを特徴とした光送信機。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は光送信機に関し、特に波長多重システム (WDM) のように複数の波長の光入力をそれぞれ外部変調器で変調する際の各外部変調器のバイアスを自動制御する自動バイアス制御回路を備えた光送信機に関するものである。

【0 0 0 1】光送信機において光変調を行う方法としては、直接変調、内部変調、又は外部変調があり、光源であるレーザの種類や通信速度等の関係により使い分けられる。

【0 0 0 2】このうち、直接変調方式では伝送速度が速くなるに従って出力される光信号の波長変動 (チャープ) の影響が大きくなってしまいうので光ファイバ内の波長分散により長距離伝送が困難となる。

【0 0 0 3】そこで、原理的にチャープを生じない LiNO_3 製のマッハツェンダ型外部変調器や電界吸収型変調器等の外部変調器が注目されている。

【0 0 0 4】このような外部変調器を用いた構成では、光通信システムの長期安定動作を達成するために、温度

変動や経時変化に対して出力される光信号の安定化が必要になる。

【0 0 0 5】また、近年、通信の大容量化に伴い、高速で光通信を行う手段として波長多重システム (WDM) のように変調された光信号の光の波長を異ならせ多重化することで 1 本の光ファイバに伝送可能な容量を増加させる技術が光送信機にも適用されている。

【0 0 0 6】本発明は光信号の伝送を安定化させる技術を WDM 技術に対して適用した場合についての問題を解決するものである。

【0 0 0 7】

【従来の技術】図 1 9 は従来の光送信機 (例えば本出願人による特開平 3 - 2 5 1 8 1 5 号公報) を示したものであり、図中、1 は光源であり、その光出力信号を外部変調器 2 に与えている。外部変調器 2 は変調入力端子 2 a とバイアス入力端子 2 b とを有し、変調入力端子 2 a には駆動部 3 において入力信号 (論理信号) に発振器 4 からの基準低周波信号を重畳した低周波重畳信号 (駆動信号) が与えられるようになっている。

【0 0 0 8】また、バイアス入力端子 2 b には、外部変調器 2 の出力端子と分岐部 5 と光／電気変換部 6 とフィルタ (BPF) 7 とアンプ 8 と同期検波器 9 とバイアス制御部 1 0 とで構成されている自動バイアス制御回路 (ABC ループ) 1 1 によるバイアス電圧が与えられている。

【0 0 0 9】この自動バイアス制御回路 1 1 においては、外部変調器 2 の光出力信号の一部を分岐部 5 でモニター光 ① として取り出し、光／電気変換部 6 において電気信号であるモニター信号 ② に変換してフィルタ 7 に与える。フィルタ 7 ではモニター信号 ② 中の低周波成分 (発振器 4 からの基準低周波信号に対応した周波数成分) のみを取り出してアンプ 8 に送り、アンプ 8 では一定のアンプ利得 ④ により増幅してアンプ出力信号 ⑤ を発生する。

【0 0 1 0】同期検波器 9 では発振器 4 からの基準低周波信号とアンプ出力信号 ⑤ の位相を比較し、その位相差に応じた信号をバイアス制御部 1 0 に与え、バイアス制御部 1 0 は動作ずれを補正する信号 ⑥ を外部変調器 2 のバイアス入力端子 2 b に与えている。

【0 0 1 1】すなわち、外部変調器 2 においては温度変化や経時変化等によりその入出力特性に変化動作点ずれ (=動作点ドリフト) を生ずる。これにより、光出力信号の消光比の劣化が生じるため、上記の自動バイアス制御回路 1 1 では、外部変調器 2 から出力される光出力信号に重畳されている低周波信号の周波数成分を検出し、発振器 4 からの基準低周波信号と位相を比較して動作点のずれ方向を検出し、このずれ方向に応じて外部変調器の動作点をずれ方向と同方向に制御することにより動作点ずれを補償 (自動バイアス制御) している。

【0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の光送信機では、光源と外部変調器の組み合わせが固定されており、光源の発光レベルに合わせて自動バイアス制御回路が動作可能となるように調整を行えば、後で自動バイアス制御回路の光源の光レベルに対する設定点を動かす必要が無かった。

【0013】すなわち、従来の自動バイアス制御は、レーザが発光する光レベルに対応して自動バイアス制御回路の設計が行われていた。

【0014】また、自動バイアス制御回路は受光素子やアンプを使用しており、それらの回路素子を線形動作させないと外部変調器の動作点が正しく設定されない。その理由は、自動バイアス制御回路が例えば1kHzの変調信号の位相関係を同期検波器で検出して制御を行うので、回路が非線形動作すると、非線形による位相変動が生じてしまい、その分だけ設定点誤差が生じるからである。

【0015】したがって従来の光送信機では、自動バイアス制御回路の受光素子やアンプの利得は、一定であったため、光源の光レベル変動に対する自動バイアス制御回路の許容範囲が狭かった。

【0016】ところが近年、光波長多重システム(WDM)の光送信機のように、光波長が異なる多数の波長の光源を外部変調器に入力する方式の実用化に伴い、以下のような問題が生じることが判った。

【0017】図20に従来の光送信機をWDMシステムに適用した例を示す。この図において、1-1~1-3はレーザ光源(LD)を示し、2-1~2-3は外部変調器を示し、3-1~3-2は駆動回路を示し、11-1~11-3は自動バイアス制御回路(ABCループ)を示している。この図では、LD1-1~1-3がそれぞれ異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ で発光している。

【0018】このように、LD1-1~1-3の発光波長を異ならせる場合には、LD1-1~1-3に加えるバイアス電流を変えて制御する必要がある。このため、各LD1-1~1-3が出力する光レベルがそれぞれ異なるレベルとなる。

【0019】この場合、各外部変調器2-1~2-3の出力から得たモニタ信号の振幅は光レベルの違いに応じてそれぞれ異なる振幅を有している。

【0020】その結果、該モニター信号における低周波(例えば1kHz)信号成分も光源の光レベル変動の影響を受ける。この低周波信号成分も、入力信号の変調度に対して或る変調度(例えば5%)で変調を受けているためである。

【0021】すなわち、駆動部からの変調信号(駆動信号)は外部変調器により光変調信号に変換されるが、その時の光変調信号の振幅は、当然、光源の光レベルに応じて変化する。例えば、0dBmの光レベルの光が光源から入力した場合、光変調信号のHレベルが0dBm、平均

レベルが-3dBm、そして、Lレベルが0(非発光)となる(ただし、外部変調器の損失が0で消光比無限大の理想の場合)。

【0022】そのため、利得制御のための低周波信号を入力信号に重畳して変調信号(駆動信号)としたときは、モニター信号中の低周波信号成分の変調度も光源の光レベルに応じて振幅が変化することになる。

【0023】これを図21に示した従来例の動作説明図により説明すると、分岐部5からのモニター光①のレベルに比例してモニター信号②が光/電気変換部6から出力され(同図(1)参照)、このモニター信号②中の低周波信号成分の振幅が変動したとき、その変動に比例してアンプ8の出力信号⑤の振幅も変動する(同図(2)参照)。

【0024】さらに、アンプ出力信号⑤の振幅が変動することに伴ってバイアス制御部10からの動作点ずれ信号(補償信号)⑥も変動することになる(同図(3)参照)。

【0025】このように、モニター信号の振幅が変動し小さくなった場合に、モニター信号自体の検出が困難となり、正常な自動バイアス制御が不可能になる場合が生じる。

【0026】したがって、従来の自動バイアス制御回路を光波長多重システムに適用する場合には、自動バイアス制御回路は、光源のレベル差に対応して個別に設計し、低周波重畳された信号より取り出した振幅レベルが異なる場合でも対応できるように個々のレベルに対応させて設計する必要が生じる。

【0027】仮に、光源対応に個別に自動バイアスの制御回路を設計しても、各光源に用いるレーザの劣化等の問題でレーザの出力レベルが変化しモニター信号の振幅が小さくなった場合には、対応が困難になってしまう。

【0028】したがって本発明は、光源対応に個別に自動バイアス制御回路を設計することなく且つ光源のレベルが障害により低下した場合でも自動バイアス制御が可能となる回路構成を備えた光送信機を実現することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】

【1】上記の目的を達成するため、本発明に係る光送信機は、自動バイアス制御回路(ABCループ)が、外部変調器の光出力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出するモニター信号検出部を有し、さらに、該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する利得制御信号を発生して該自動バイアス制御回路内のアンプの利得を制御する利得制御回路を設けたことを特徴としている。

【0030】これを図1により説明すると、この図1の光送信機の構成は図19に示した従来例の構成に対して、モニター信号②を利得制御回路12にも与え、この

利得制御回路12から利得制御信号③を生成してアンプ8に与え、以てモニター光のレベルに応じてアンプ8の利得制御を行っている点が異なっている。

【0031】この図1の構成の動作を図2により説明する。外部変調器2から分岐部5を経て光／電気変換部6に与えられるモニター光①の光レベルが同図(1)に示すように変動すると、その出力電気信号であるモニター信号②のレベルはモニター光①のレベルに対応して増大する。

【0032】そして、このモニター信号②の増減に対応し、モニター信号の特性と逆特性の形で利得制御回路12は利得制御信号③を出力する(同図(2)参照)。

【0033】すなわち、光源1からの光出力が例えば大きくなったときには、モニター光①も大きくなるが、このモニター光①に対応して増加したモニター信号②を受けた利得制御回路12は利得制御信号③によりアンプ8の利得④を減少させてアンプ出力信号⑤を低下させるように制御を行っている。同図(2)、(3)の特性においては、説明の便宜上リニアに示しているが素子の特性により実際はノンリニアな領域も有している。

【0034】この結果、利得制御信号③とアンプ利得④との関係は同図(3)に示すように所謂逆特性の関係になるので、アンプ出力信号⑤はモニター信号②のレベルに関わらず、同図(4)に示すように一定の値に近づけることができる。

【0035】したがって、アンプ出力信号⑤が一定値に制御されて行くため、バイアス制御部10からの動作点ずれ信号⑥は動作点ずれが無い信号となる。

【0036】(2)なお、上記(1)において、該モニター信号検出部は、外部変調器の光出力信号をモニター光①として分岐する分岐部5と該モニター光①をモニター信号②に変換する光／電気変換部6とで構成することができる。

【0037】(3)さらに本発明では、外部変調器の光入力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出するモニター信号検出部と、該モニター信号のレベルに反比例した利得制御信号を発生して自動バイアス制御回路内のアンプの利得を制御する利得制御回路と、を設けることができる。

【0038】すなわち、上記の本発明(1)では自動バイアス制御回路におけるモニター信号から利得制御回路が利得制御信号を生成してアンプの利得を制御したが、本発明では、光源から外部変調器への光入力信号をモニター信号検出部で取り出し、このモニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する利得制御信号を利得制御回路で生成し、自動バイアス制御回路内のアンプの利得を制御している。

【0039】(4)なお、上記(3)において、該モニター信号検出部は、光源から外部変調器への光入力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光を該

モニター信号に変換する光／電気変換部とで構成することができる。

【0040】(5)上記(1)乃至(4)のいずれかにおいて、該利得制御回路は、平均値検出部と反転型増幅部の直列回路で構成することができる。

【0041】(6)また、上記(1)乃至(4)のいずれかにおいて、該利得制御回路は、ピーク値検出部と反転型増幅部の直列回路で構成することができる。

【0042】すなわち、上記(5)又は(6)における利得制御回路では、モニター信号検出部を構成する光／電気変換部からのモニター信号を平均値検出部又はピーク値検出部でそれぞれ平均値又はピーク値として検出し、この値を反転型増幅部に与える。反転型増幅部では、入力信号を反転した形で利得制御信号を出力するので、この利得制御信号をモニター信号に対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加するようにしたものとすることができる。

【0043】(7)上記(2)において、該光／電気変換部が負荷抵抗に接続された受光素子であり、該負荷抵抗の出力電圧を該モニター信号として該利得制御回路に与えてもよい。

【0044】すなわち、光／電気変換部からのモニター信号は受光素子で電気信号に変換されるが、その値は受光素子に接続された負荷抵抗を流れる電流による電圧降下によって利得制御回路に与えられる。

【0045】(8)上記(7)において、該受光素子としてPINフォトダイオードを用いることができる。

【0046】(9)上記(7)において、該受光素子としてAPD(アバランシェ・フォトダイオード)を用いることができる。

【0047】(10)さらに本発明では、自動バイアス制御回路が、外部変調器の光出力信号をモニター光として分岐する分岐部とモニター光をモニター信号に変換する光／電気変換部とを有し、該光／電気変換部が可変負荷抵抗に接続された受光素子であり、さらに、該可変負荷抵抗の負荷電圧を該モニター信号として入力し該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する負荷電圧を発生するように該可変負荷抵抗を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路を設けることができる。

【0048】すなわち、本発明の場合には、光／電気変換部を構成する受光素子の負荷抵抗として可変型のものを使用し、利得制御回路は自動バイアス制御回路内のアンプの利得を制御するのではなく、モニター信号のレベルに反比例した利得制御信号を生成して該可変負荷抵抗に与える。この可変負荷抵抗は該利得制御信号により抵抗値が制御されるので、結果としてモニター信号は図2(4)に示す如く一定値に近づくこととなる。

【0049】(11)さらに本発明では、自動バイアス制御回路が、外部変調器の光出力信号をモニター光とし

て分岐する分岐部と該モニター光をモニター信号に変換する光／電気変換部とを有し、該光／電気変換部が電圧可変型電源を有する負荷抵抗に接続された受光素子であり、さらに、該負荷抵抗の負荷電圧を該モニター信号として入力し該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する負荷電圧が発生されるように該電圧可変型電源を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路を設けることができる。

【0050】すなわち、本発明の場合には、今度は負荷抵抗を変化させるのではなく、負荷抵抗に接続されている電圧可変型電源の電源電圧を変化させるようにしており、結果として上記〔10〕と同様の動作を呈する。

【0051】〔12〕さらに本発明では、自動バイアス制御回路が、外部変調器の光出力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光をモニター信号に変換する光／電気変換部とを有し、該光／電気変換部が負荷抵抗に接続されたAPDであり、さらに、該APDのバイアス電圧（逆バイアス電圧）を制御するAPDバイアス部と、該負荷抵抗の負荷電圧を該モニター信号として入力し該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加する負荷電圧が発生されるように該APDバイアス部を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路と、を設けることができる。

【0052】すなわち、本発明では受光素子としてのAPDは増倍率が制御可能であることに着目してAPDからのモニター信号のレベルに反比例した利得制御信号をアンプの代わりにAPDバイアス部に与える。したがってAPDバイアス部はAPDの増倍率はモニター信号のレベルに反対方向の制御がなされることになる。

【0053】〔13〕さらに本発明では、自動バイアス制御回路が、外部変調器の光出力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出するモニター信号検出部を有し、該外部変調器の入力光源にレーザダイオードを用い、さらに、該レーザダイオードに接続されたLD電流制御部と、該レーザダイオードの光出力信号が該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加するように該LD電流制御部を介して該レーザダイオードを電流制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路と、を設けることができる。

【0054】すなわち、本発明では自動バイアス制御回路内のアンプの代わりに光源としてのレーザダイオード（LD）に接続されたLD電流制御部に利得制御信号を与える。これにより、LD電流制御部は、モニター信号のレベルに対応して反対方向にレーザダイオードの電流を制御するので、レーザダイオードから外部変調器への光入力信号を一定値に近づけることができる。

【0055】〔14〕さらに本発明では、自動バイアス

制御回路が、外部変調器の光出力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出するモニター信号検出部を有し、さらに、該外部変調器と光源との間に挿入された光減衰器と、該外部変調器の光入力信号のレベルが該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加するように該光減衰器を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路と、を設けることができる。

【0056】すなわち、本発明では外部変調器への光入力信号を一定値に近づけるため、利得制御回路はモニター信号に対して反対方向の利得制御信号を光源と外部変調器との間に設けた光減衰器に与えて制御している。

【0057】〔15〕上記〔14〕において、該光減衰器の代わりに光増幅器を用いてもよい。

〔16〕さらに本発明では、自動バイアス制御回路が、外部変調器の光出力信号をモニター光として分岐する分岐部と該モニター光をモニター信号に変換する光／電気変換部とを有し、さらに、該分岐部と該光／電気変換部との間に挿入された光減衰器と、該モニター光のレベルが該モニター信号のレベルに対応して該レベルの増加時は減少し該レベルの減少時は増加するように該光減衰器を制御するための利得制御信号を発生する利得制御回路と、を設けることができる。

【0058】すなわち、本発明の場合には光減衰器を自動バイアス制御回路を構成する分岐部と光／電気変換部との間に設け、この光減衰器を利得制御回路がモニター信号に基づいて上記と同様に制御している。

【0059】〔17〕上記〔16〕において、該光減衰器の代わりに光増幅器を用い、利得制御回路からの利得制御信号により光増幅器を制御して光減衰器と同様の働きをさせてもよい。

【0060】〔18〕上記〔16〕において、該光減衰器の代わりに電界吸収型外部変調器を用い、利得制御回路からの利得制御信号により電界吸収型外部変調器を電圧制御して光減衰器と同様の働きをさせてもよい。

【0061】〔19〕また、上記〔14〕において、該光減衰器の代わりに電界吸収型外部変調器を用いてもよい。

【0062】〔20〕上記〔1〕乃至〔19〕のいずれかにおいて、該自動バイアス制御回路を複数の光源に対応した複数の変調器に対してそれぞれ設けることができる。

【0063】

【発明の実施の形態】図3は本発明に係る光送信機の実施例（1）を示したもので、特に図1に示した構成の実施例を示している。

【0064】この実施例においては、利得制御回路12は平均値検出部12aと反転型増幅部12bとの直列回路で構成されている。平均値検出部12aは図2（1）に示す特性の光／電気変換部6から出力されたモニター

信号②における平均値を検出して反転型増幅部 12 b に与える。反転型増幅部 12 b は同図 (2) に示す特性を有するものであり、平均値検出部 12 a から与えられた平均値に反比例した出力信号である利得制御信号 3 をアンプ 8 に与えている。(なお、同図 (2), (3) では、各特性が説明の便宜上リアニに示されているが、実際は素子特性によりノンリニアの領域も有しており、以下の説明で用いる反比例という用語は、同図 (2) に示す特性に対する反対特性という意味である。)

【0065】すなわち、反転型増幅部 12 b は平均値検出部 12 b から出力されたピーク値に反比例した利得制御信号③を出力してアンプ 8 に与え、モニター信号②の変動を相殺 (例えばモニター信号②が大きい時にはアンプ 8 の利得が下がるように) して図 2 (4) に示すように一定の値に近づくように制御する。これにより、光源 1 から外部変調器 2 への光入力信号の変動を吸収している。

【0066】図 4 は本発明に係る光送信機の実施例 (2) を示したもので、この実施例 (2) と図 3 の実施例 (1) の違いは、利得制御回路 12 において平均値検出部 12 a の代わりにピーク値検出部 12 c を用いている点である。

【0067】この場合も反転型増幅部 12 b は図 2 (2) の特性に従いピーク値検出部 12 c から出力されたピーク値に反比例した利得制御信号③を出力してアンプ 8 に与え、モニター信号②の変動を相殺することにより、光源 1 から外部変調器 2 への光入力信号の変動を吸収するようにしている。

【0068】図 5 は本発明に係る光送信機の実施例 (3) を示しており、この実施例では、光源 1 と外部変調器 2 との間に分岐部 5 とは別の分岐部 13 を設けて光源 1 からの光出力の一部をモニター光⑦として分岐させ、このモニター光⑦を光/電気変換部 6 とは別の光/電気変換部 14 によりモニター信号⑧に変換し利得制御回路 12 を介してアンプ 8 の利得を制御するようにしている。

【0069】すなわち、図 1、図 3 及び図 6 に示した実施例では自動バイアス制御回路 11 内におけるモニター信号②を用いてアンプ 8 の利得を制御したが、この実施例 (3) では分岐部 13 と光/電気変換部 14 とを自動バイアス制御回路 11 とは別に設け、光/電気変換部 14 からのモニター信号⑧を利得制御回路 12 において外部変調器 2 の光入力信号に対応したモニター信号⑧のレベルに反比例した利得制御信号③を発生しアンプ 8 に与えることにより光源 1 から外部変調器 2 への光出力信号の変動を図 2 (4) に示すように補償している。

【0070】図 6 は図 5 に示した本発明の実施例 (3) における利得制御回路 12 の実施例 (4) を示したもので、この実施例は図 3 に示した実施例 (1) と同様に平均値検出部 12 a と反転型増幅部 12 b の直列回路で構

成しており、その動作は図 3 と同様である。

【0071】図 7 は本発明に係る光送信機の実施例 (5) を示しており、図 6 の実施例 (4) と異なる点は、利得制御回路 12 において平均値検出部 12 a の代わりにピーク値検出部 12 c を用いていることであり、この実施例 (5) の利得制御回路 12 は図 4 に示した実施例 (2) における利得制御回路 12 に対応している。

【0072】図 8 は本発明に係る光送信機の実施例 (6) を示したもので、この実施例では特に上記の各実施例における光/電気変換部 6 が PIN フォトダイオード 15 a とその負荷抵抗 16 とで構成されており、負荷抵抗 16 の出力電圧をモニター信号②として利得制御回路 12 に与えている。

【0073】これにより、利得制御回路 12 はモニター信号②のレベルに反比例した利得制御信号③をアンプ 8 に与え、以て外部変調器 2 における光入力信号の変動を吸収するようにしている。

【0074】図 9 は本発明に係る光送信機の実施例 (7) を示したもので、この実施例 (7) と図 8 に示した実施例 (6) との違いは、受光素子として PIN フォトダイオード 15 a の代わりに APD (アバランシェ・フォトダイオード) 13 b を用いていることであり、その他の動作は図 8 の実施例 (6) と同様である。

【0075】図 10 は本発明に係る光送信機の実施例 (8) を示したもので、この実施例では、上記の各実施例における光/電気変換部 6 が受光素子 15 と可変負荷抵抗 16 a とで構成されており、受光素子 15 から出力されたモニター信号②を受けた利得制御回路 12 はアンプ 8 に対してではなく可変負荷抵抗 16 a に対して利得制御信号③を与えている。

【0076】これにより、利得制御回路 12 は可変負荷抵抗 16 a がモニター信号②のレベルに反比例した負荷電圧を発生してフィルタ 7 に与えるように可変制御している。従って、外部変調器 2 への光入力信号の変動を吸収するように可変負荷抵抗 16 a が制御されてモニター信号②が図 2 (4) に示すように一定の値に近づくように制御される。

【0077】図 11 は本発明に係る光送信機の実施例 (9) を示したもので、この実施例では光/電気変換部 6 が受光素子 15 と負荷抵抗 16 とで構成されているが、利得制御回路 12 はアンプ 8 に対してではなく負荷抵抗 16 に接続された電圧可変型電源 17 に対して利得制御信号③を与えるようにしている点が異なっている。

【0078】すなわち、この実施例では受光素子 15 からのモニター信号②のレベルと反比例した利得制御信号③が利得制御回路 12 から出力されて電圧可変型電源 17 に与えられることにより、この電圧可変型電源 17 はモニター信号②のレベルと反比例した形で電源を制御 (例えばモニター信号②が大きい時には電源電圧が下がるように制御) している。

【0079】図12は本発明に係る光送信機の実施例(10)を示したもので、この実施例では図9に示した実施例(7)において利得制御回路12がアンプ8に対して利得制御するのではなく、APD15bからのモニター信号②を受けて利得制御信号③をAPDバイアス部18に与え、このAPDバイアス部18がAPD15bの逆バイアス電圧を制御するように動作する点が異なっている。

【0080】すなわち、利得制御回路12はモニター信号②が例えば小さい時にはこのモニター信号②を大きくして一定値に近づくように図2(2)に示した特性により利得制御信号③を出力し、これを受けたAPDバイアス部18はAPD15bの増倍率を制御し、以て外部変調器2の光入力信号のレベル変動を吸収している。

【0081】図13は本発明に係る光送信機の実施例(11)を示したもので、この実施例では図1、図3及び図4に示した実施例のように利得制御回路12がアンプ8の利得を制御するのではなく、LD(レーザダイオード)電流制御部19を介して光源であるレーザダイオード1のLD電流を制御している点が異なっている。

【0082】すなわち、この実施例では、モニター信号②を受けた利得制御回路12は図2(2)に示す特性に従い、モニター信号②のレベルに反比例した利得制御信号③を出力してLD電流制御部19に与えると、このLD電流制御部19はモニター信号②が例えば大きい時には小さくするようにLD電流をレーザダイオード1に与えるので、レーザダイオード1から外部変調器2への光出力信号は低下することとなる。従って、外部変調器2への光入力信号のレベル変動が吸収されることになる。

【0083】図14は本発明に係る光送信機の実施例(12)を示したもので、この実施例においては図13に示した実施例(11)がLD電流制御部19を介してレーザダイオード1を直接制御しているのに対し、利得制御回路12が、レーザダイオード1と外部変調器2との間に新たに設けた光減衰器22に対して利得制御信号③を与える点が異なっている。

【0084】すなわち、利得制御回路12がモニター信号②のレベルに反比例した利得制御信号③を光減衰器22に与えてモニター信号②が例えば大きい時には光減衰器22の減衰量を大きくするように制御する。

【0085】これにより、レーザダイオード1からの光出力が変動した場合に利得制御回路12と光減衰器22とによって吸収することが可能となる。

【0086】図15は本発明に係る光送信機の実施例(13)を示したもので、この実施例では図14に示した実施例(12)における光減衰器22の代わりに光増幅器23を用いている点が異なっている。

【0087】すなわち、この実施例ではモニター信号②のレベルに反比例した利得制御信号③が利得制御回路12から光増幅器23に与えることにより、レーザダイオ

ード1からの光出力は光増幅器23によってその変動が吸収されるように利得が制御される。

【0088】また、図14、図15においては、レーザダイオード1の出力変動を吸収する手段としては電界吸収型外部変調器を用いてもよい。

【0089】図16は本発明に係る光送信機の実施例(14)を示したもので、この実施例では、図14に示した実施例(12)における光減衰器22をレーザダイオード1と外部変調器2との間ではなく分岐部5と光/電気変換部6との間に設け、利得制御回路12はモニター信号②のレベルに反比例した利得制御信号③を光減衰器22に与えている。

【0090】従って、図14の実施例(12)とは外部変調器2の入力側と出力側との違いはあるが、同様にして外部変調器2の光入力信号のレベル変動をモニター信号②によって利得制御回路12が吸収した形の利得制御信号③を光減衰器22に与えている。

【0091】図17は本発明に係る光送信機の実施例(15)を示したもので、この実施例では図16の実施例(14)において光減衰器22の代わりに光増幅器23を用いている点のみが異なっており、モニター信号②のレベル変動を吸収するために光減衰器22ではなく光増幅器23によって制御を行う点が異なっている。

【0092】図18は本発明に係る光送信機の実施例(16)を示したもので、この実施例では図17に示した実施例(15)における光増幅器23の代わりに電界吸収型変調器24を用いている点が異なっている。

【0093】すなわち、この実施例ではモニター信号②のレベルに反比例した利得制御信号③を利得制御回路12が電界吸収型変調器24に与えることにより、この電界吸収型変調器24はそのバイアス電圧が制御されることにより図16に示した実施例(14)における光減衰器22と同様に光/電気変換部6へのモニター光①のレベルを制御し、以て外部変調器2の光入力信号のレベル変動を吸収するようにしている。

【0094】図3～図18の構成は、図20のように光波長多重通信システムのユニットとして各レーザダイオードの出力側にそれぞれ設けることができる。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る光送信機によれば、外部変調器の光出力信号又は光入力信号の一部を分岐して電気信号としてのモニター信号を検出し、該モニター信号のレベルに反比例した利得制御信号を発生して自動バイアス制御回路内の利得を制御する利得制御回路を設けているので、光源の光出力レベルに応じて自動バイアス制御回路の受光素子やアンプの利得を変動させて光源の光レベル変動に対する自動バイアス制御回路の許容範囲を広くすることが可能となる。したがって、各レーザダイオード対応に自動バイアス制御回路を設計する必要がなくなる。

【0096】このため、光レベルの異なる多数の波長の光源を外部変調器に入力する波長多重システム(WDM)の光源に対して個別の自動バイアス制御回路を設ける必要がなくなり、コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光送信機の原理を説明するためのブロック図である。

【図2】本発明に係る光送信機の動作を説明するためのグラフ図である。

【図3】本発明に係る光送信機の実施例(1)を示した 10
ブロック図である。

【図4】本発明に係る光送信機の実施例(2)を示した
ブロック図である。

【図5】本発明に係る光送信機の実施例(3)を示した
ブロック図である。

【図6】本発明に係る光送信機の実施例(4)を示した
ブロック図である。

【図7】本発明に係る光送信機の実施例(5)を示した
ブロック図である。

【図8】本発明に係る光送信機の実施例(6)を示した 20
ブロック図である。

【図9】本発明に係る光送信機の実施例(7)を示した
ブロック図である。

【図10】本発明に係る光送信機の実施例(8)を示し
たブロック図である。

【図11】本発明に係る光送信機の実施例(9)を示し
たブロック図である。

【図12】本発明に係る光送信機の実施例(10)を示
したブロック図である。

【図13】本発明に係る光送信機の実施例(11)を示 30
したブロック図である。

【図14】本発明に係る光送信機の実施例(12)を示
したブロック図である。

【図15】本発明に係る光送信機の実施例(13)を示
したブロック図である。

【図16】本発明に係る光送信機の実施例(14)を示
したブロック図である。

【図17】本発明に係る光送信機の実施例(15)を示

したブロック図である。

【図18】本発明に係る光送信機の実施例(16)を示
したブロック図である。

【図19】従来の光送信機の構成を示したブロック図で
ある。

【図20】従来例の光送信機をWDMシステムに適用し
た例を示したブロック図である。

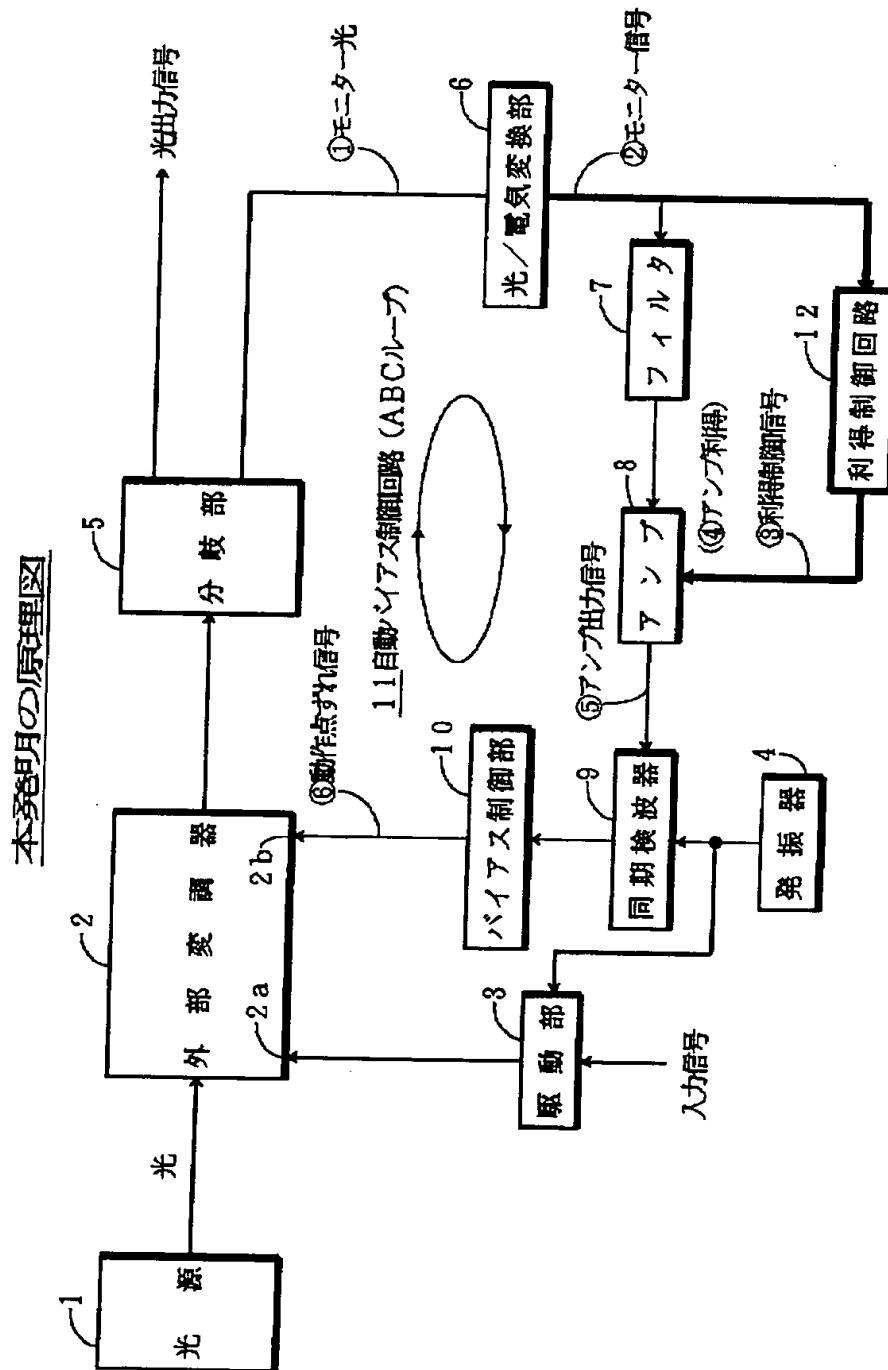
【図21】従来例の動作を説明するためのグラフ図であ
る。

【符号の説明】

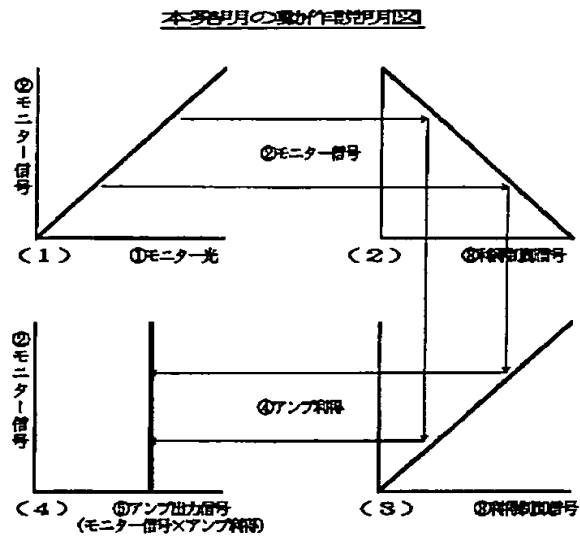
- 1 光源(LD)
- 2 外部変調器
- 3 駆動部
- 4 発振器
- 5, 13 分岐部
- 6, 14 光/電気変換部
- 7 フィルタ
- 8 アンプ
- 9 同期検波器
- 10 バイアス制御部
- 11 自動バイアス制御回路(ABCループ)
- 12 利得制御回路
- 12a 平均値検出部
- 12b 反転型増幅部
- 12c ピーク値検出部
- 15 受光素子
- 15a PINフォトダイオード
- 15b APD(アバランシェ・フォトダイオード)
- 16 負荷抵抗
- 16a 可変負荷抵抗
- 17 電圧可変型電源
- 18 APDバイアス部
- 19 LD(レーザダイオード)電流制御部
- 20, 22 光減衰器
- 21, 23 光増幅器
- 24 電界吸収型変調器

図中、同一符号は同一または相当部分を示す。

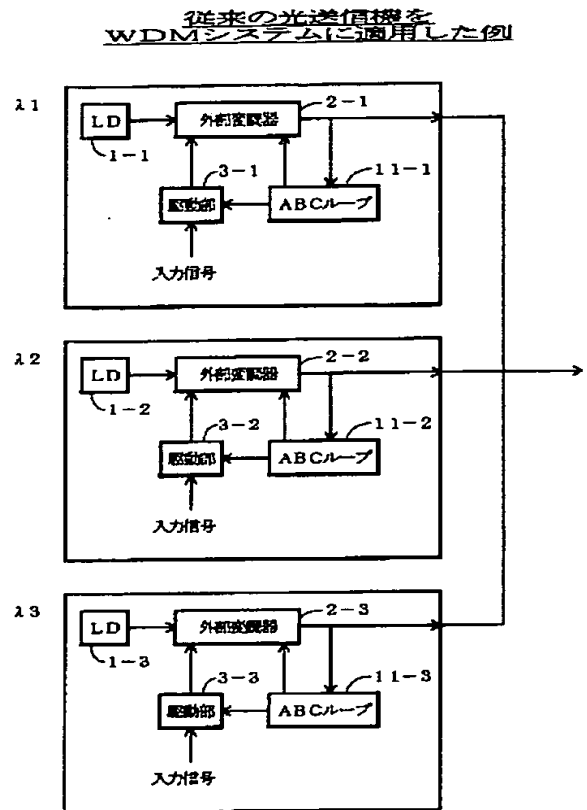
【図1】



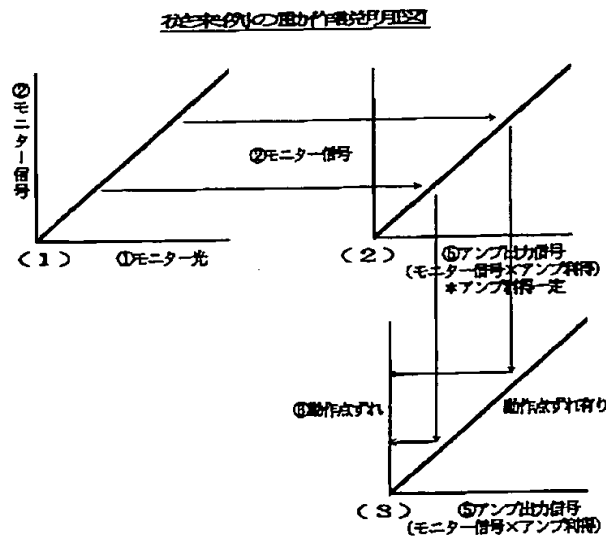
【図2】



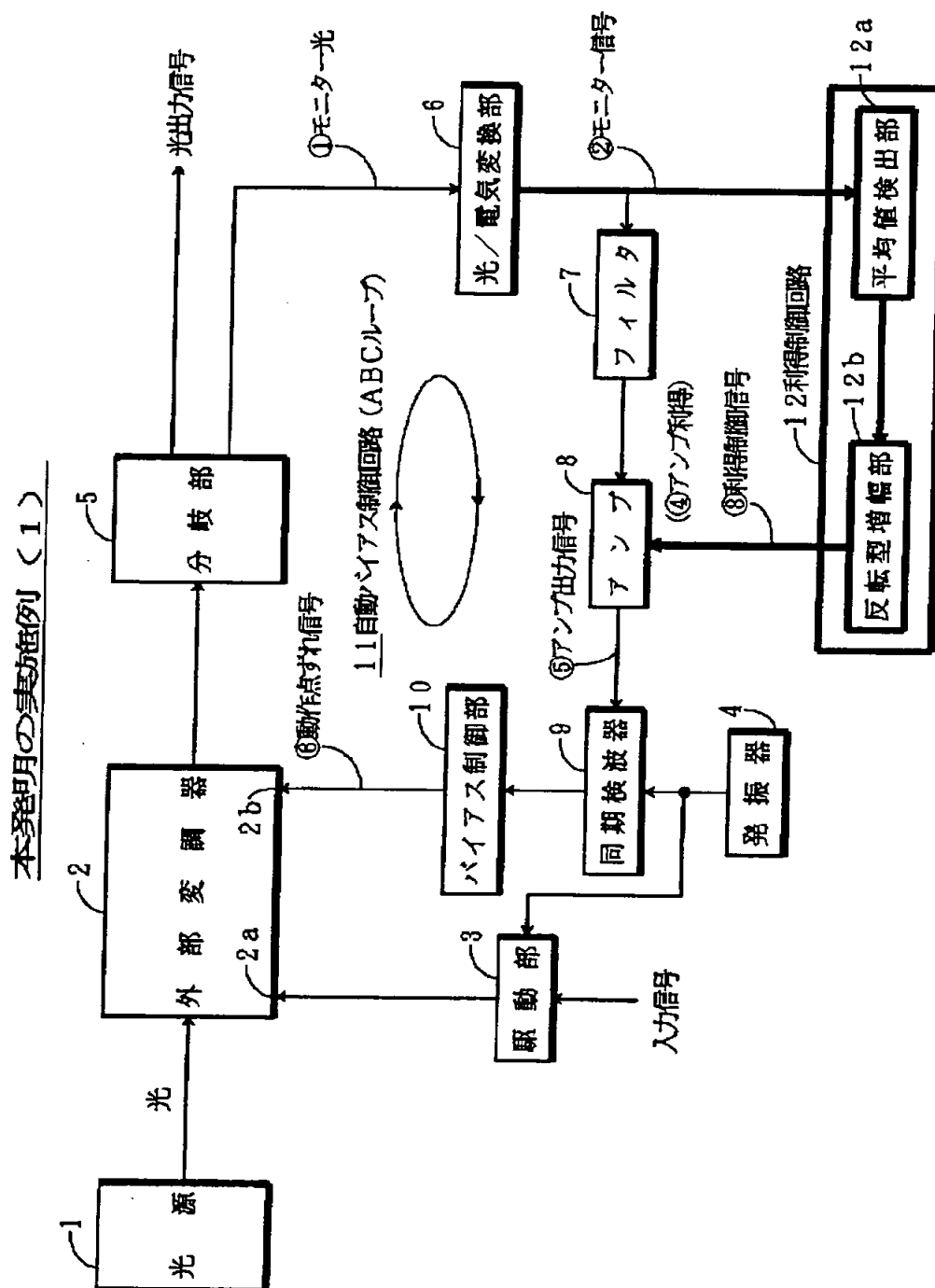
【図20】



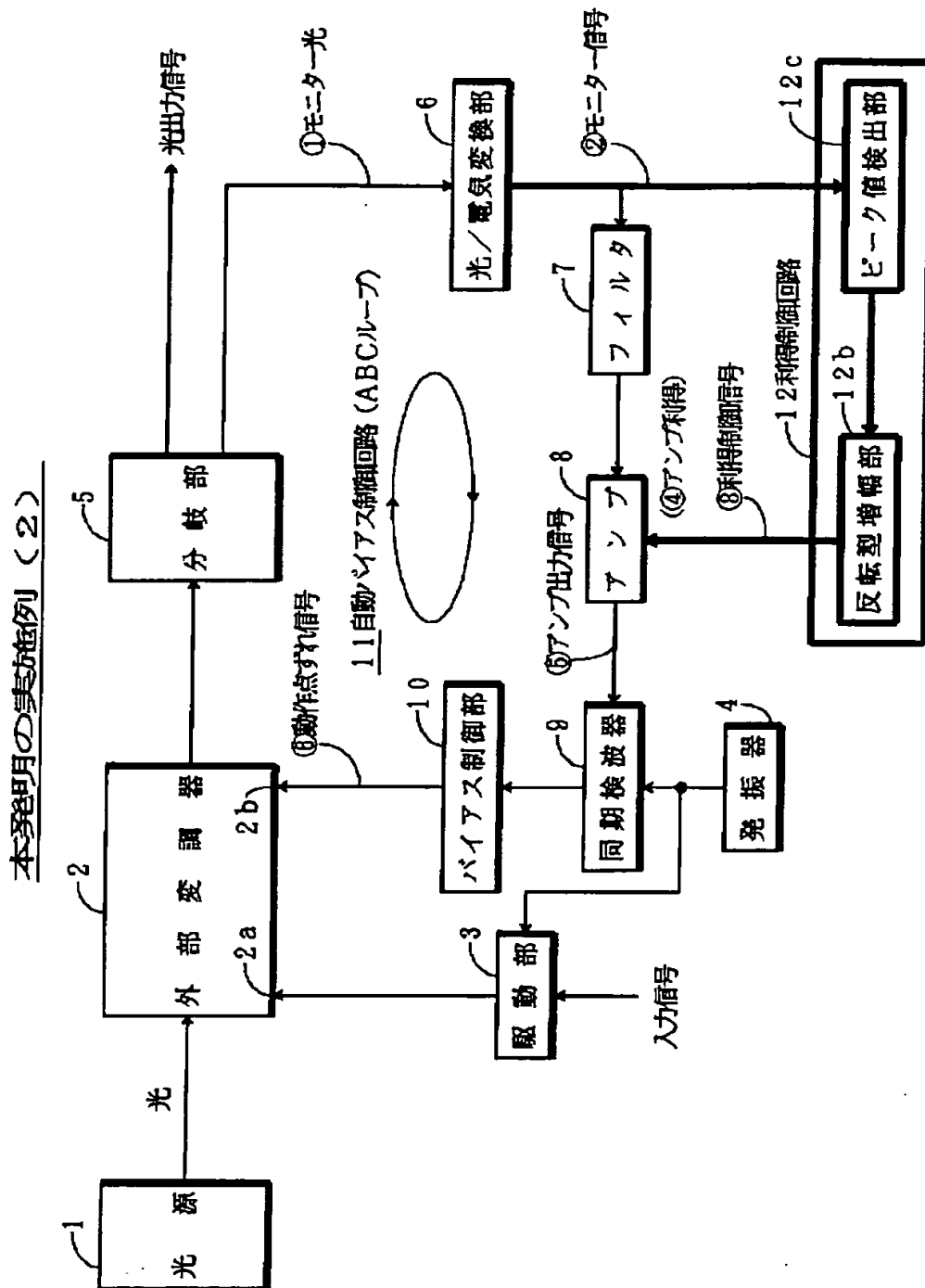
【図21】



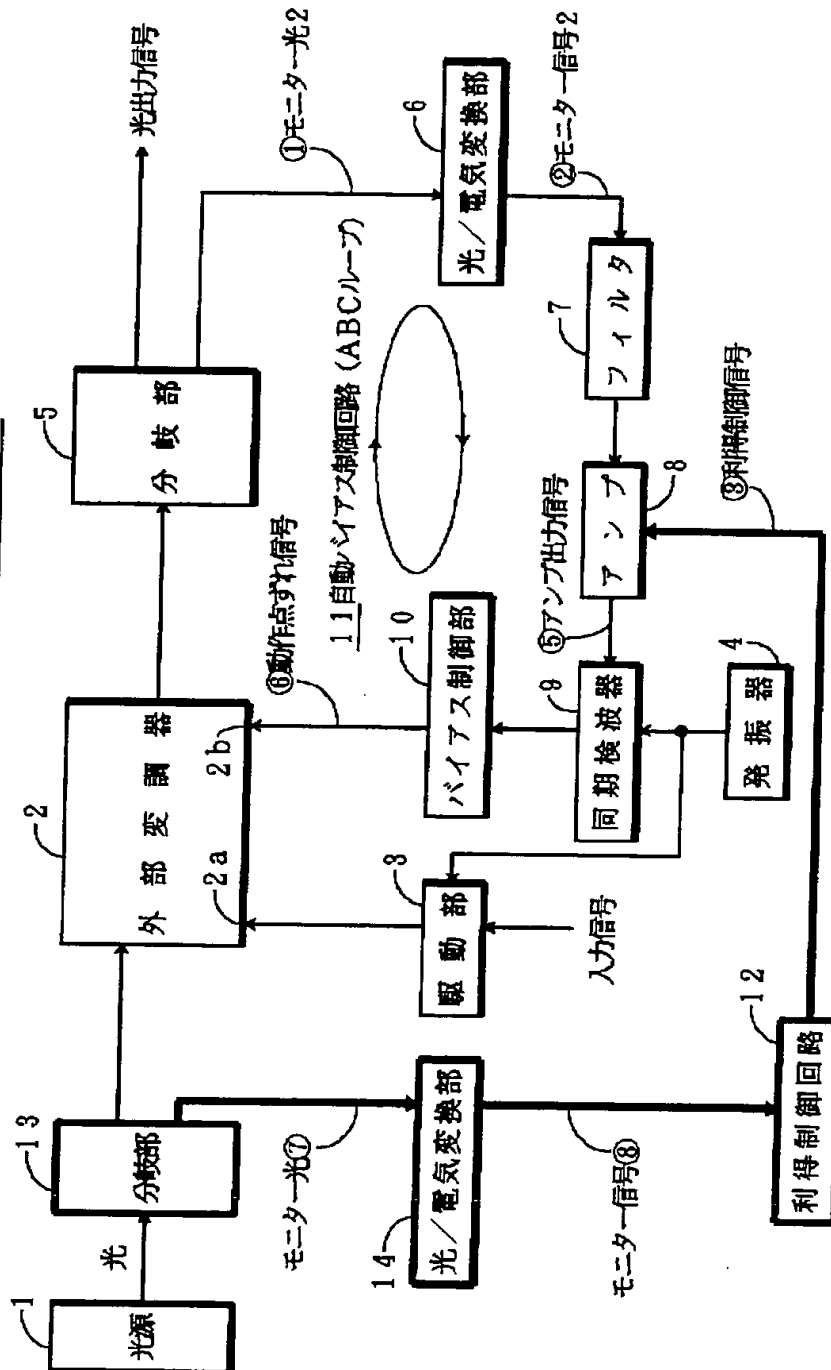
【図3】



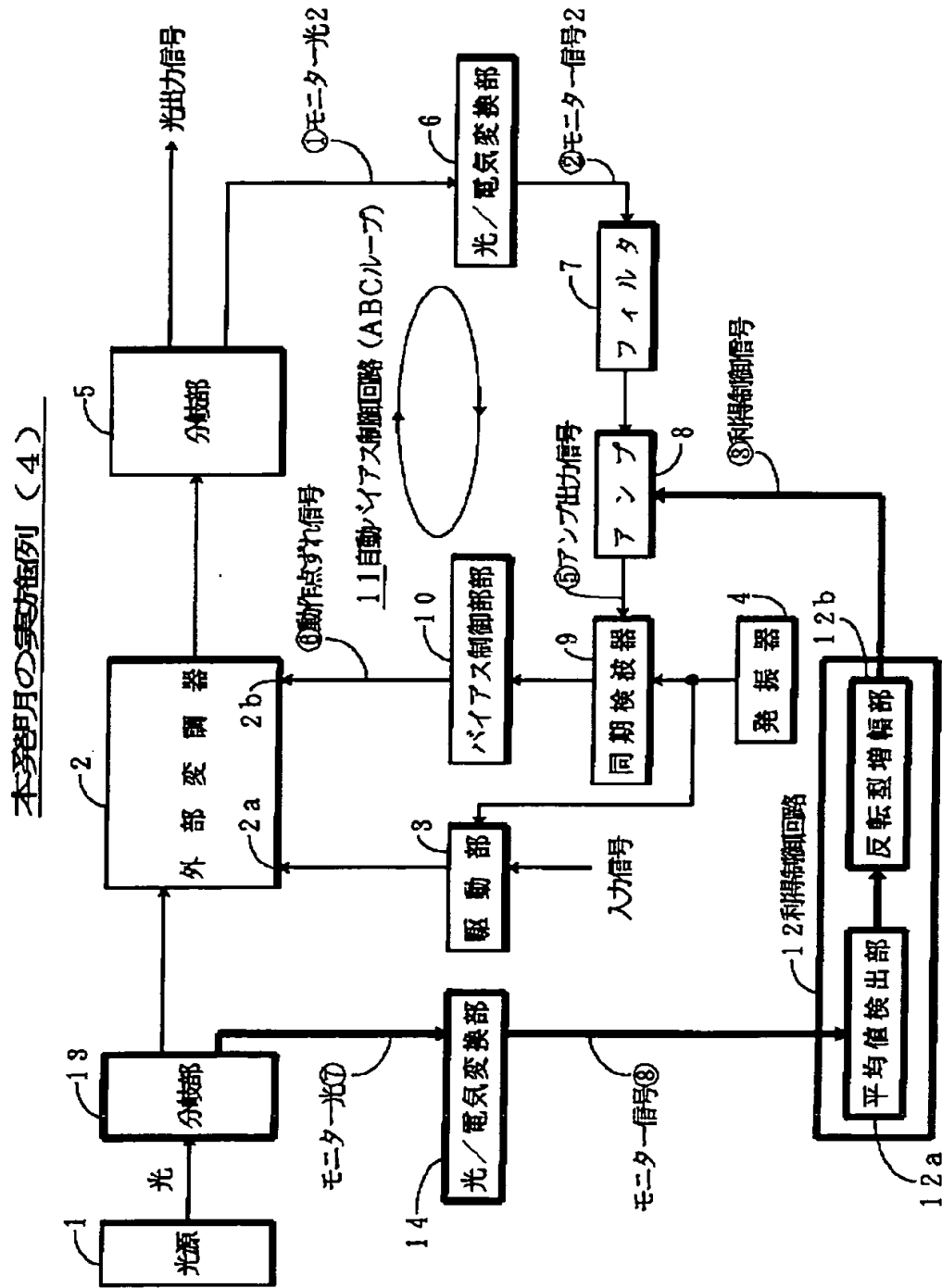
【图4】



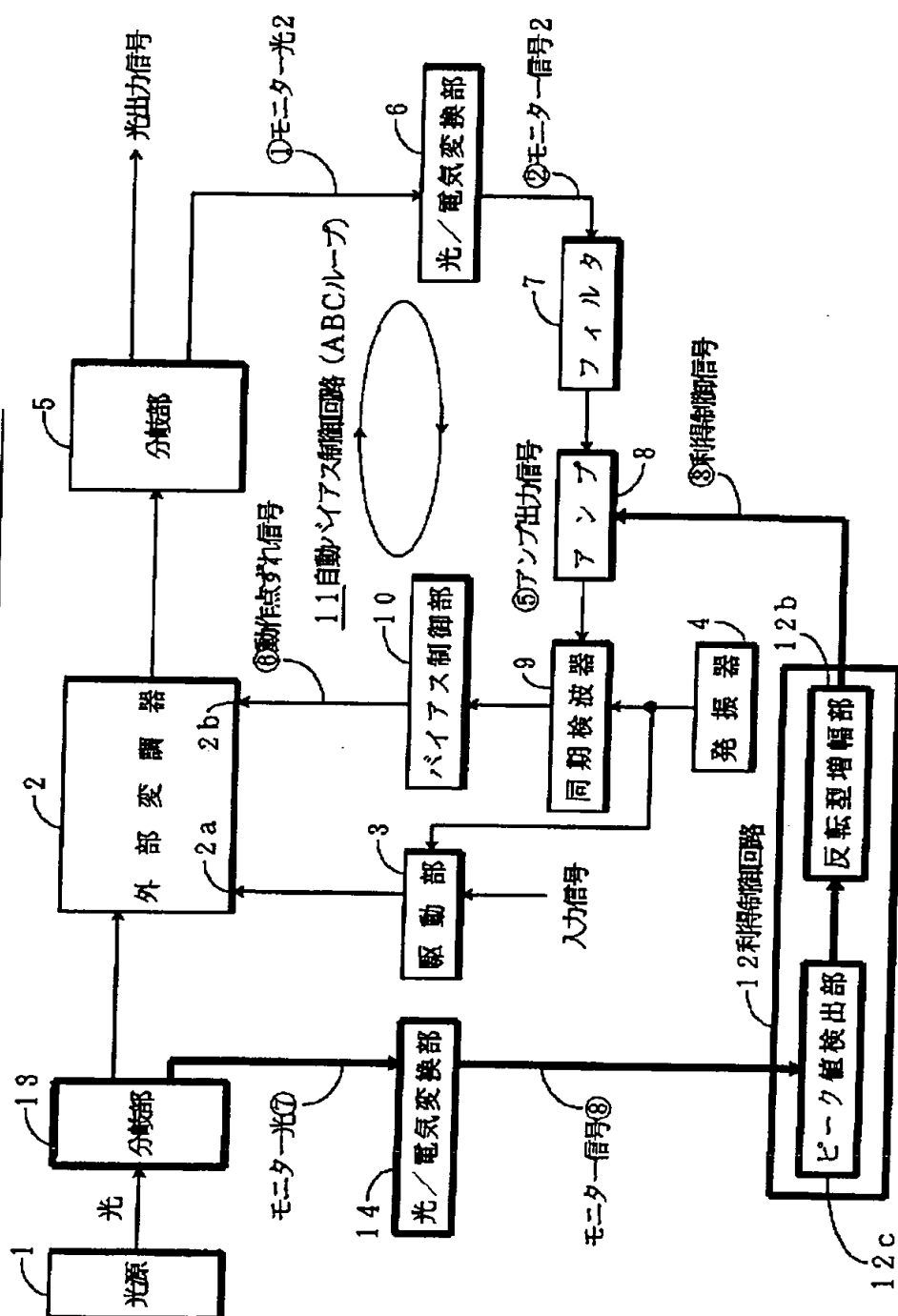
本年4月の要が並列（3）



【図 6】

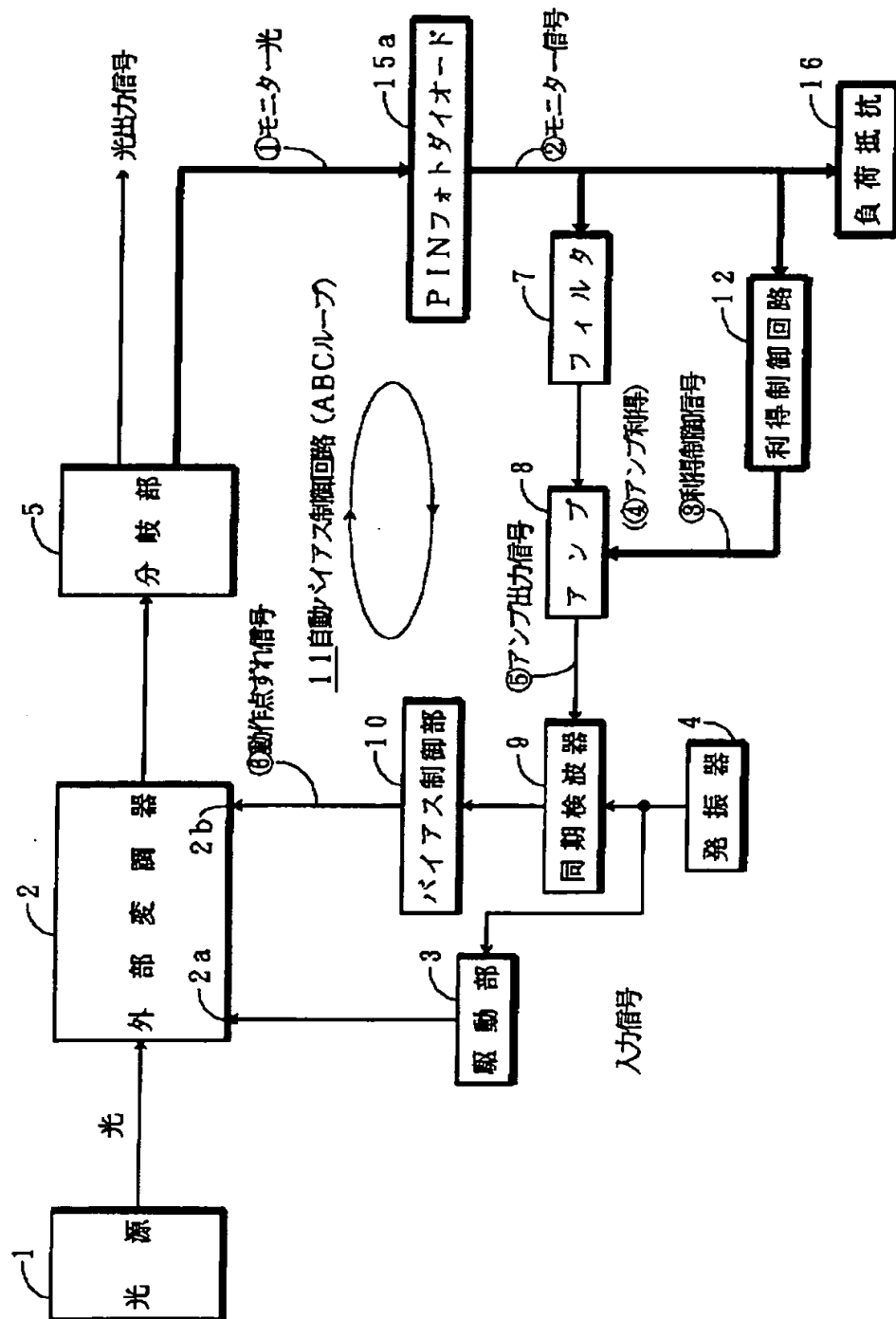


本発明の実施例（５）

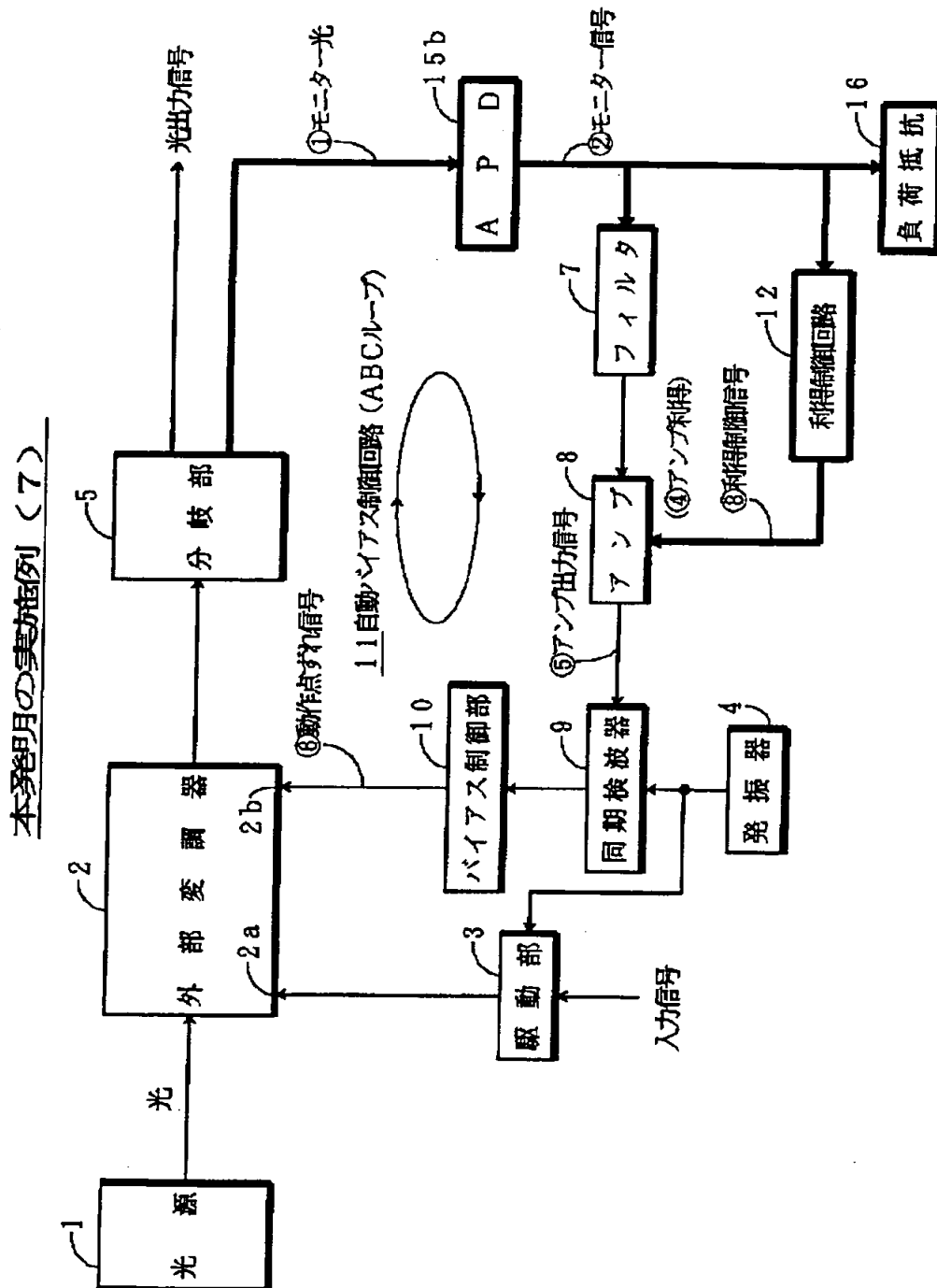


【図8】

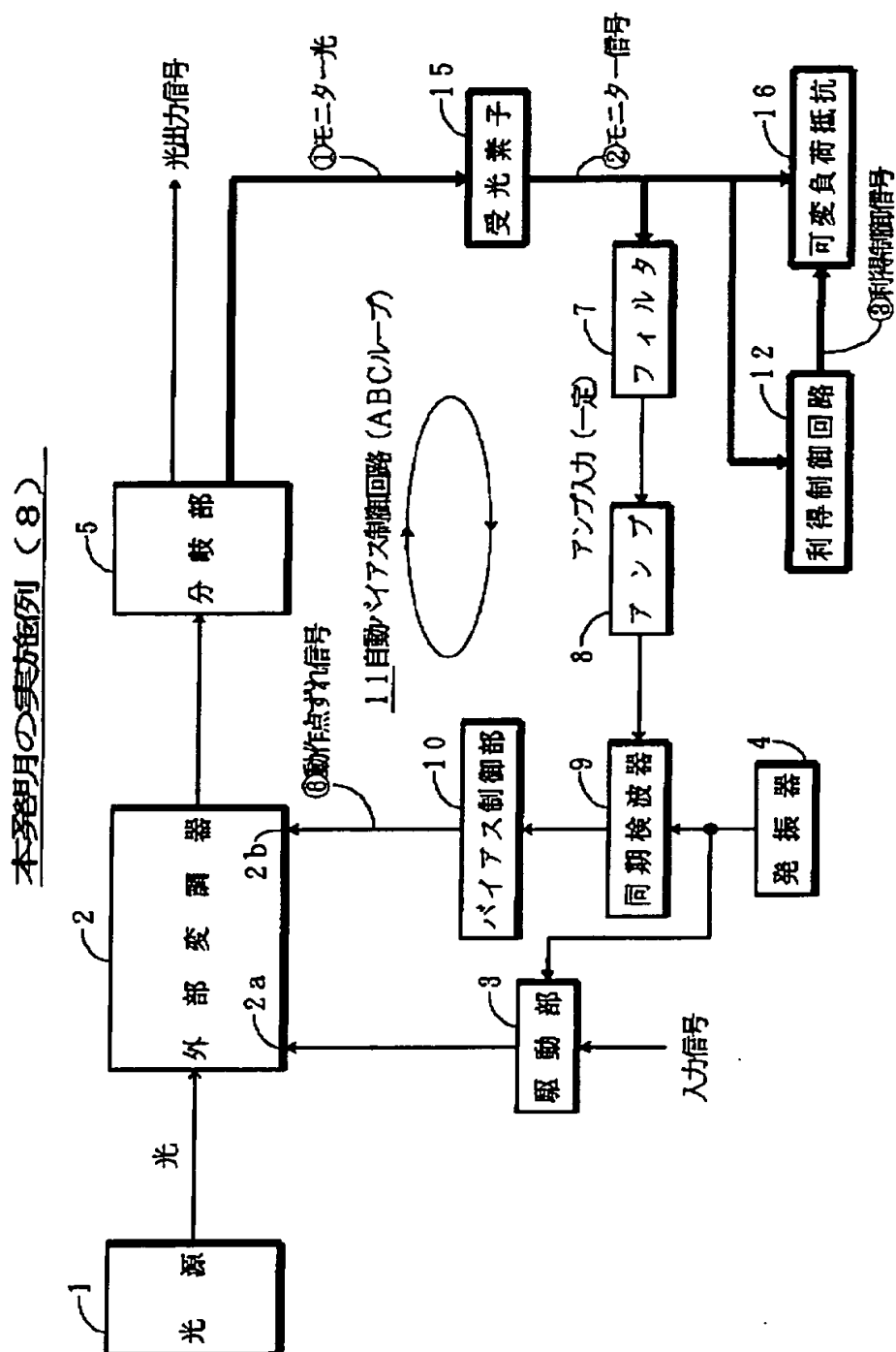
本発明の実施例（6）



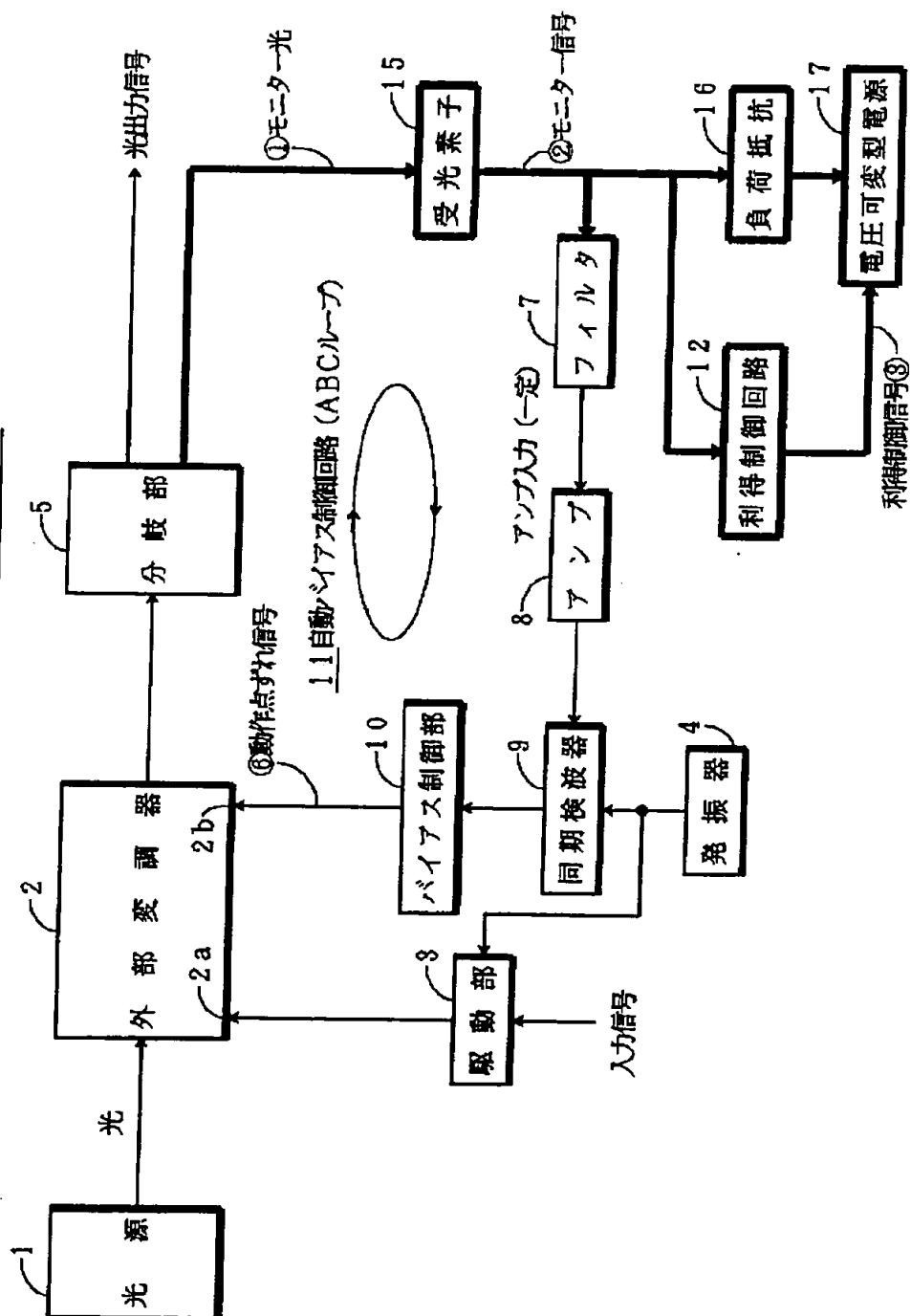
【図9】



【図 10】

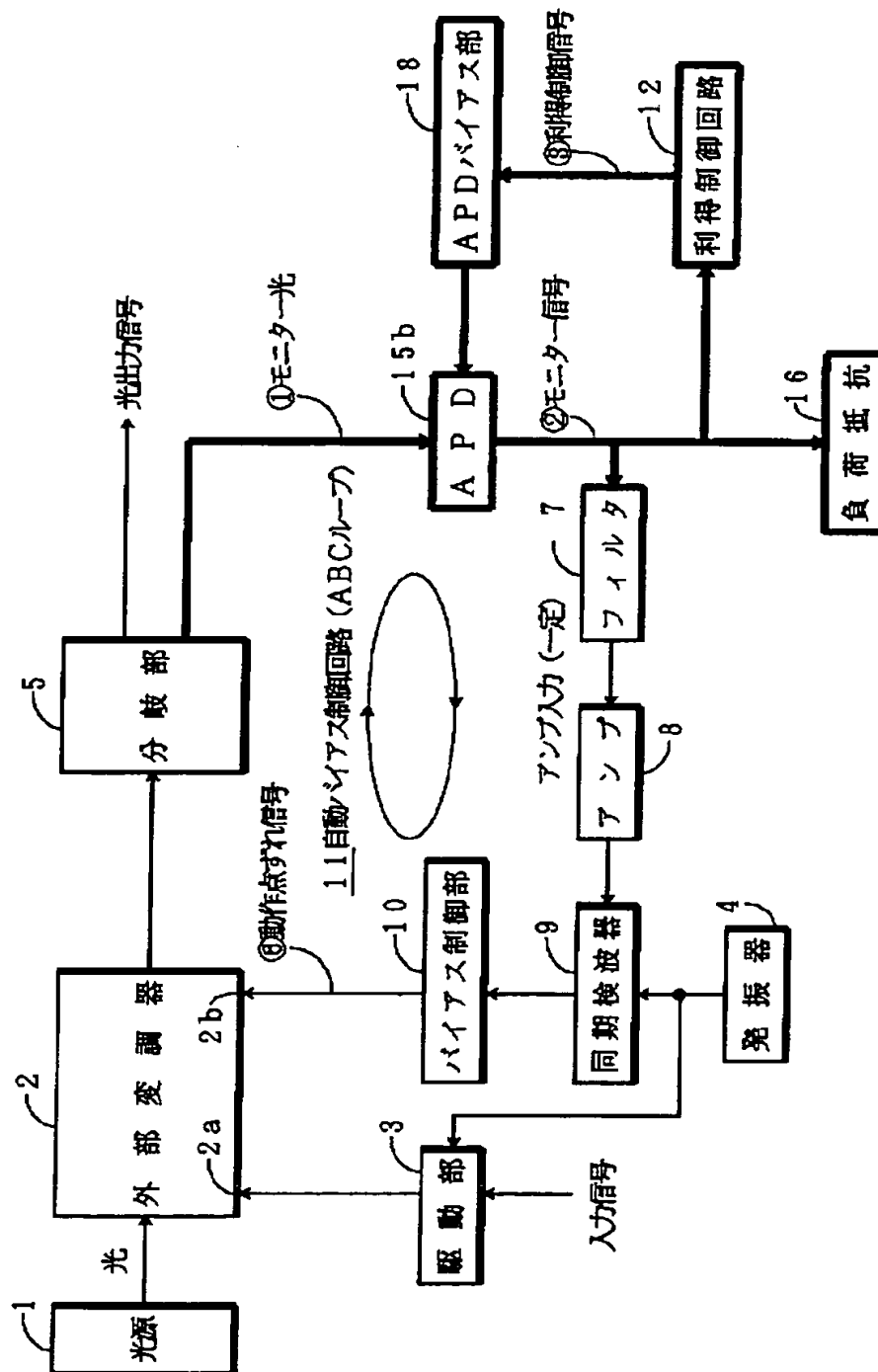


本年各月の実施例（9）

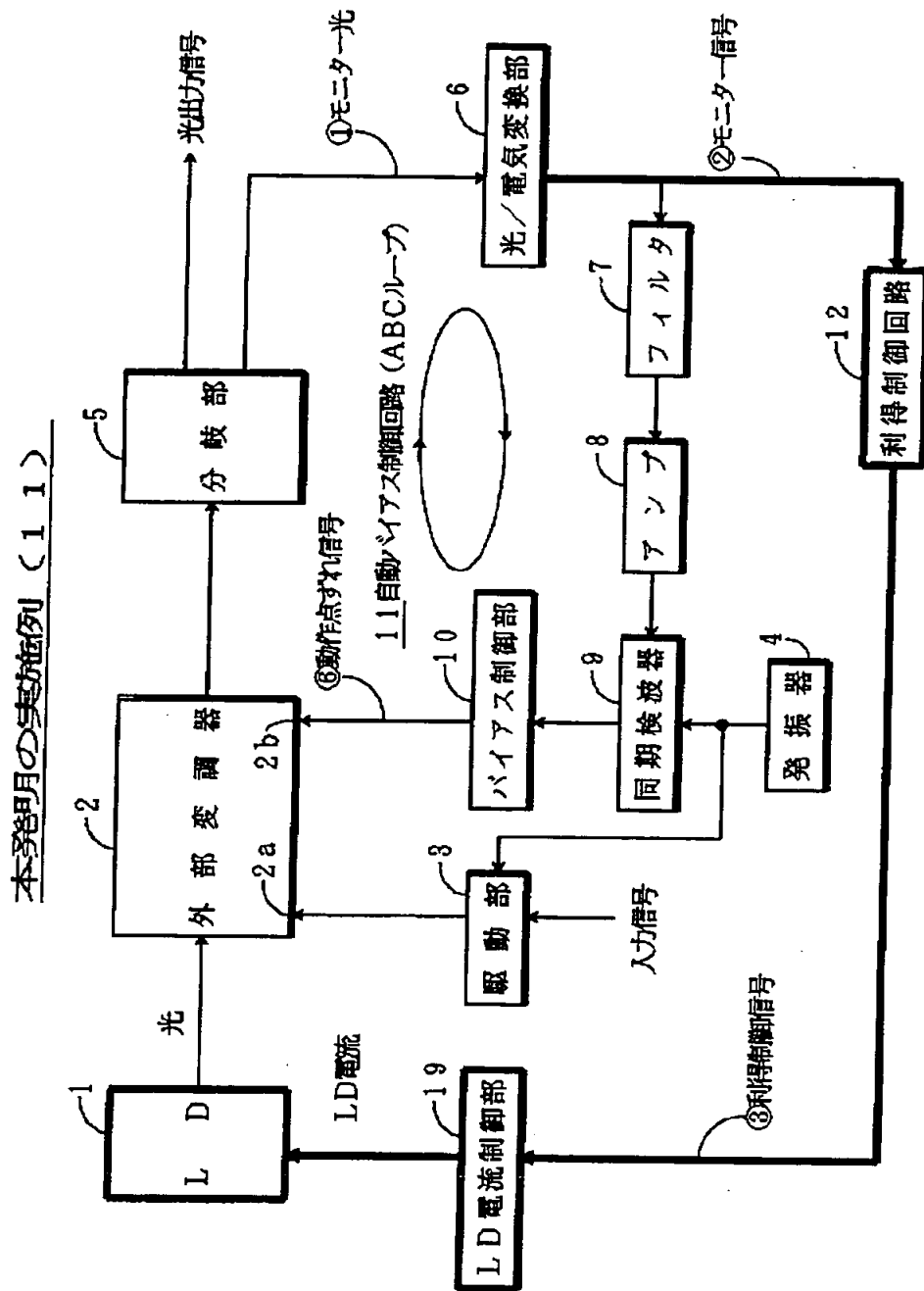


【図12】

本発明の実施例(10)

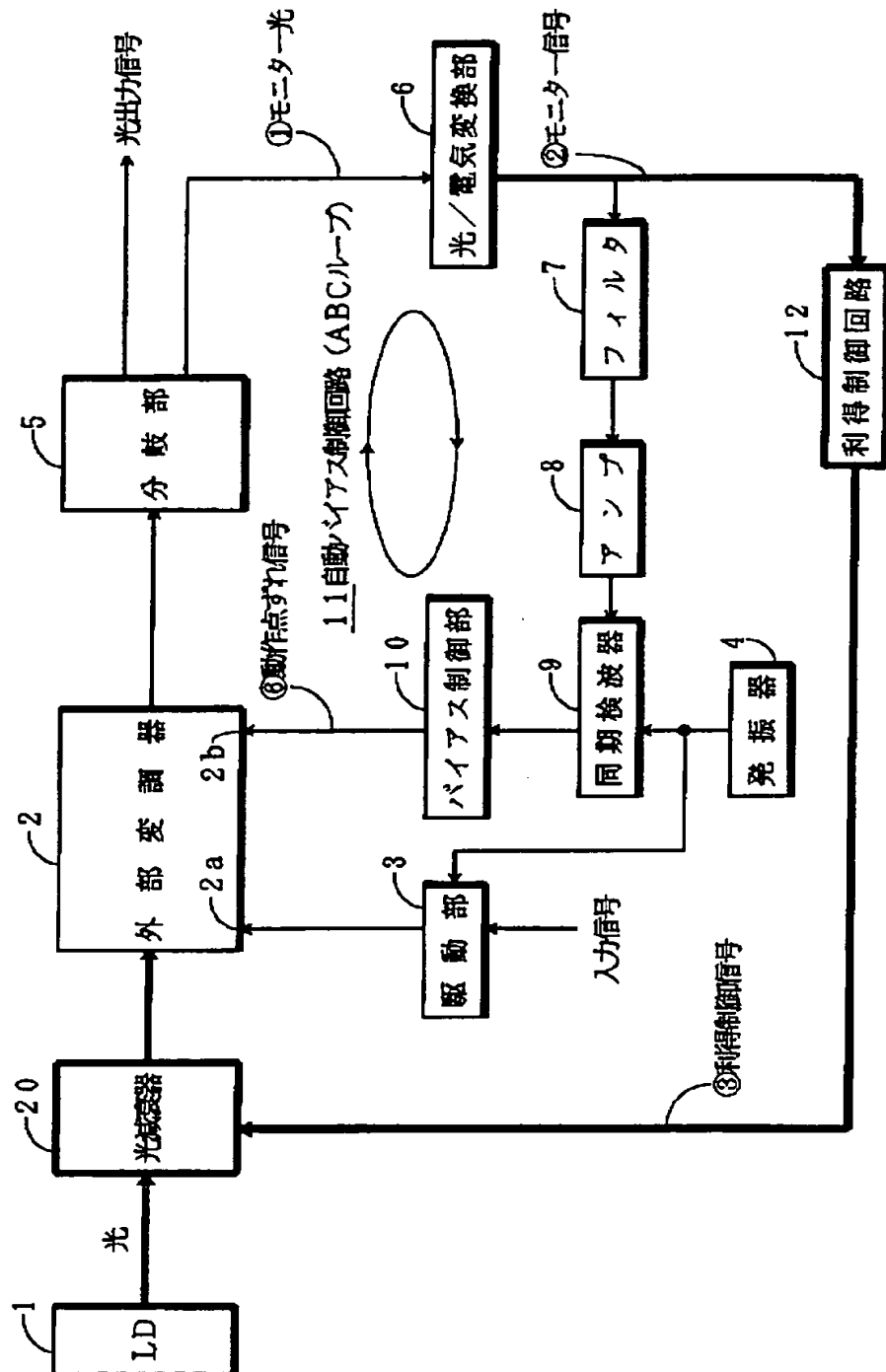


【図13】

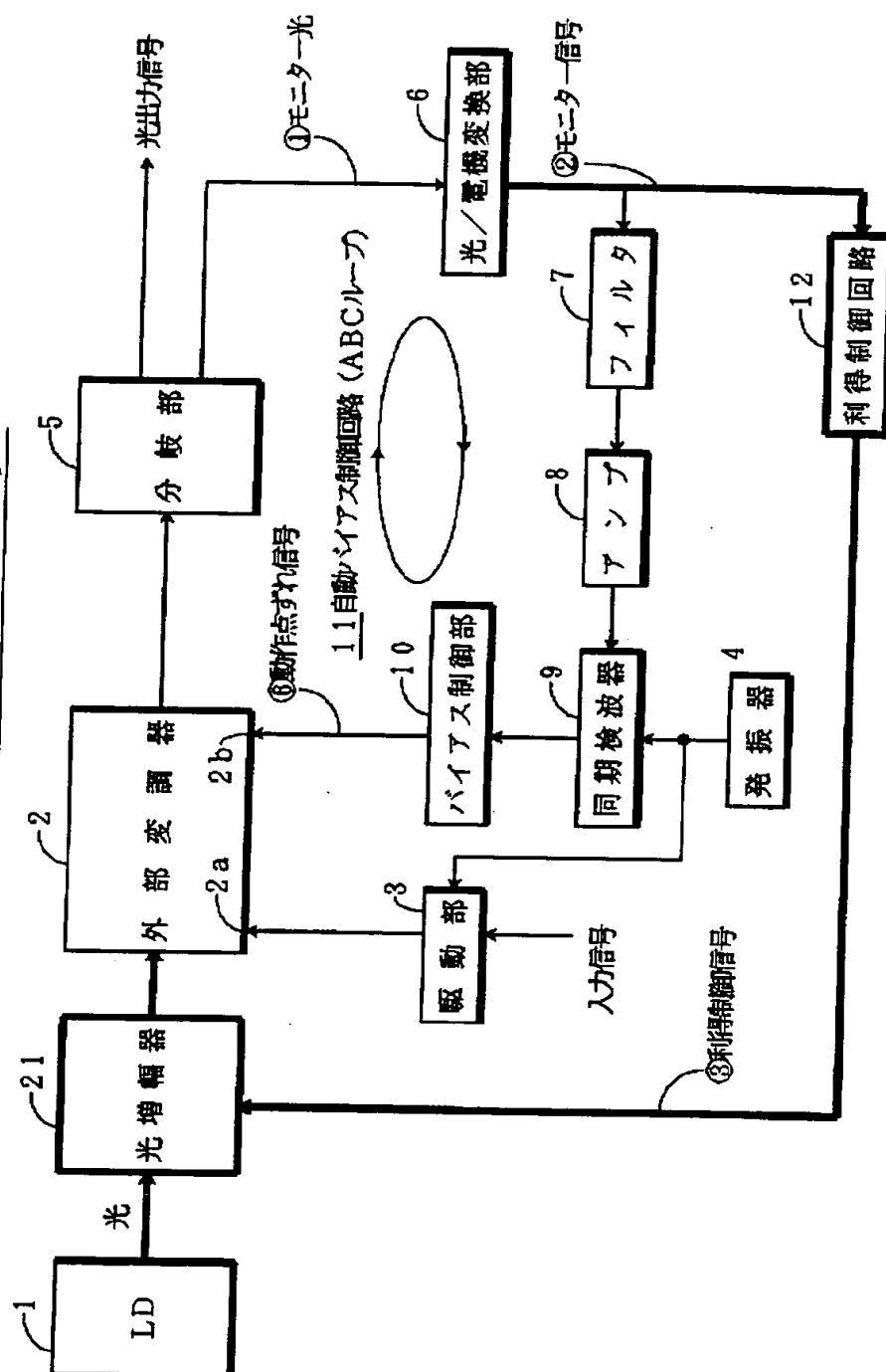


【図14】

本発明の実施例(12)

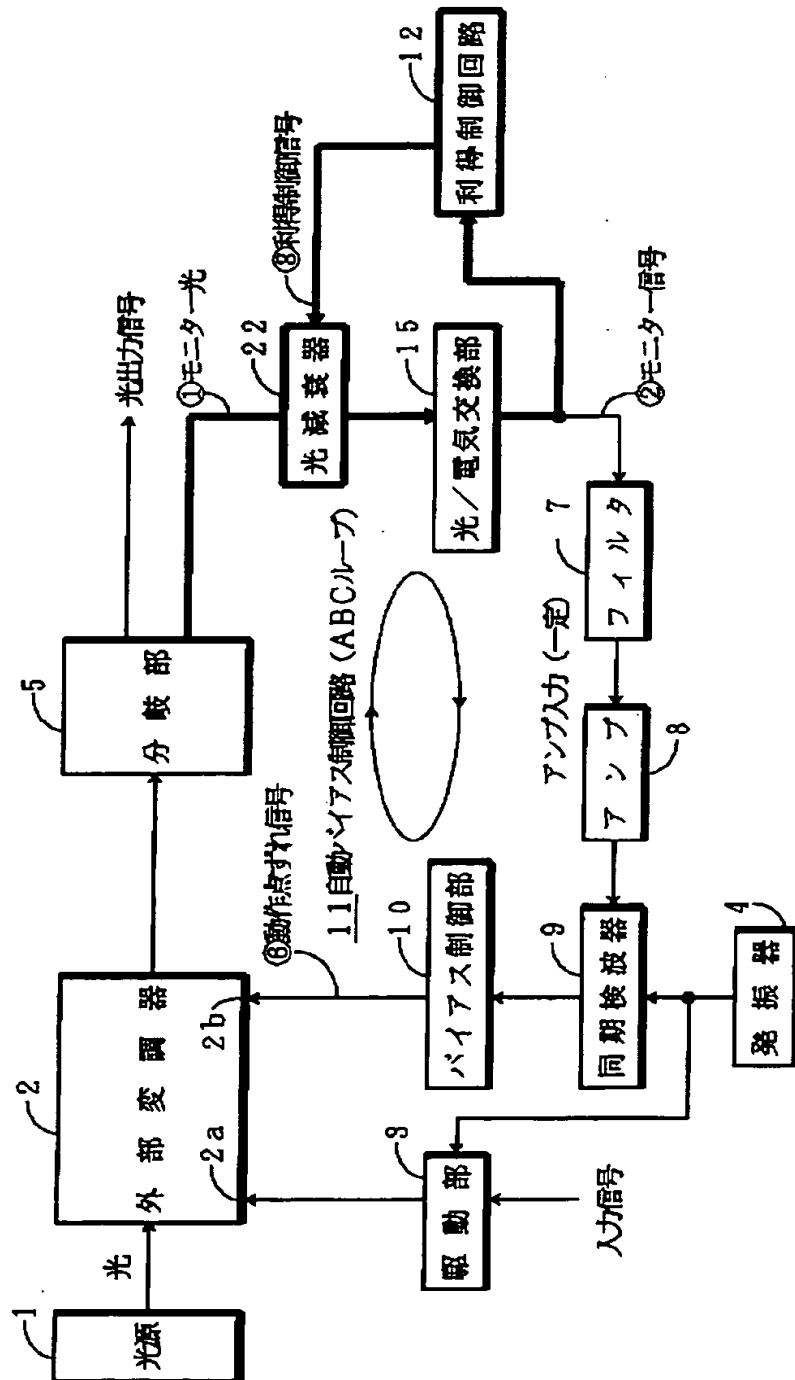


本発明の実施例（１３）



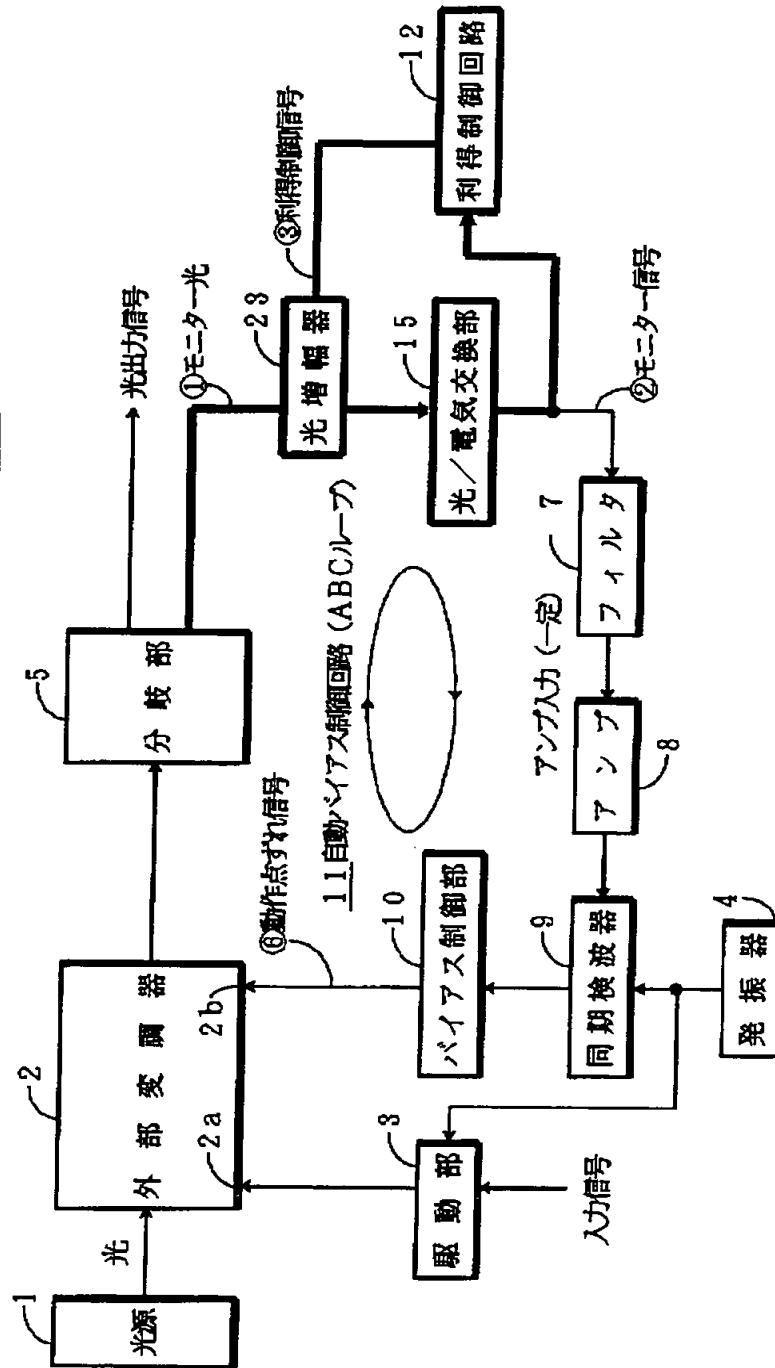
【図16】

本発明の実施例(14)



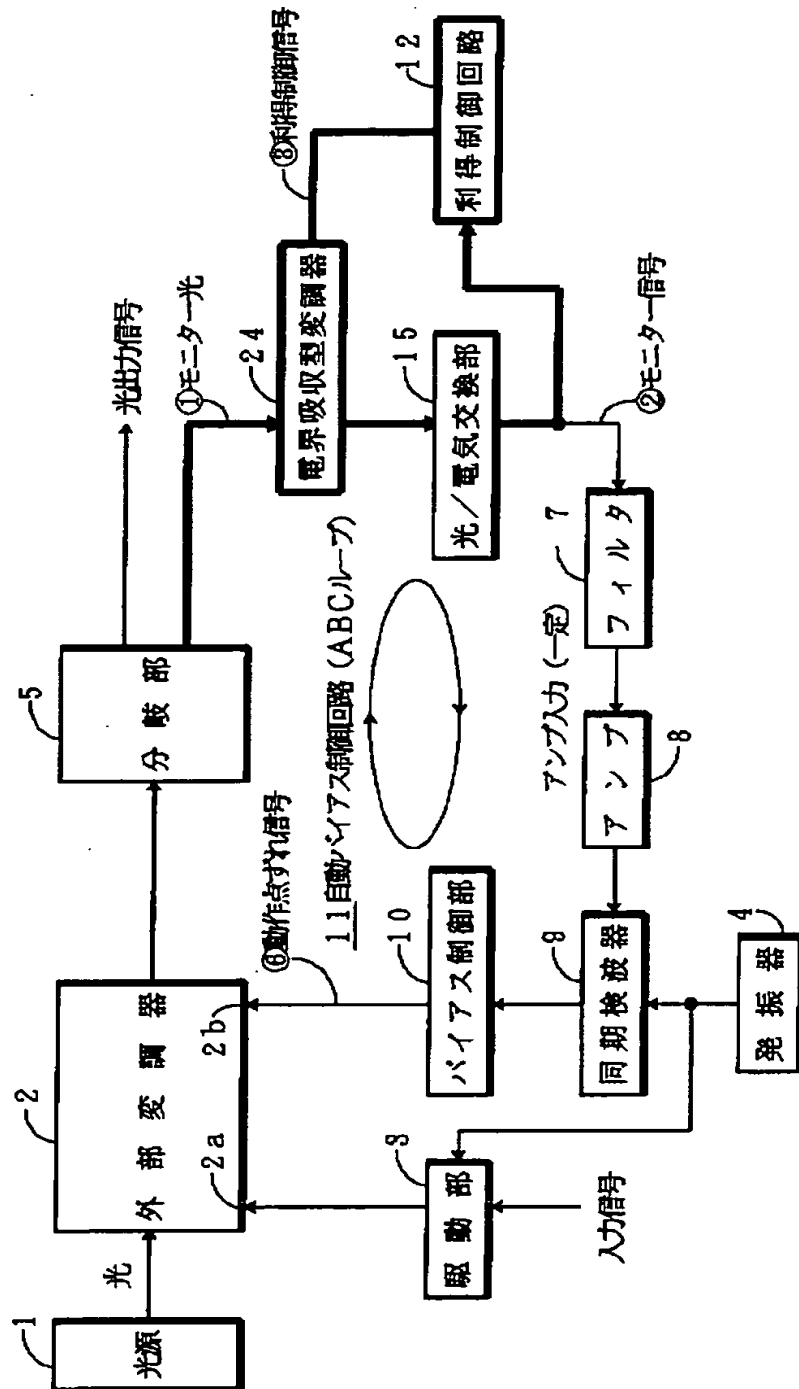
【図17】

本発明の実施例(15)

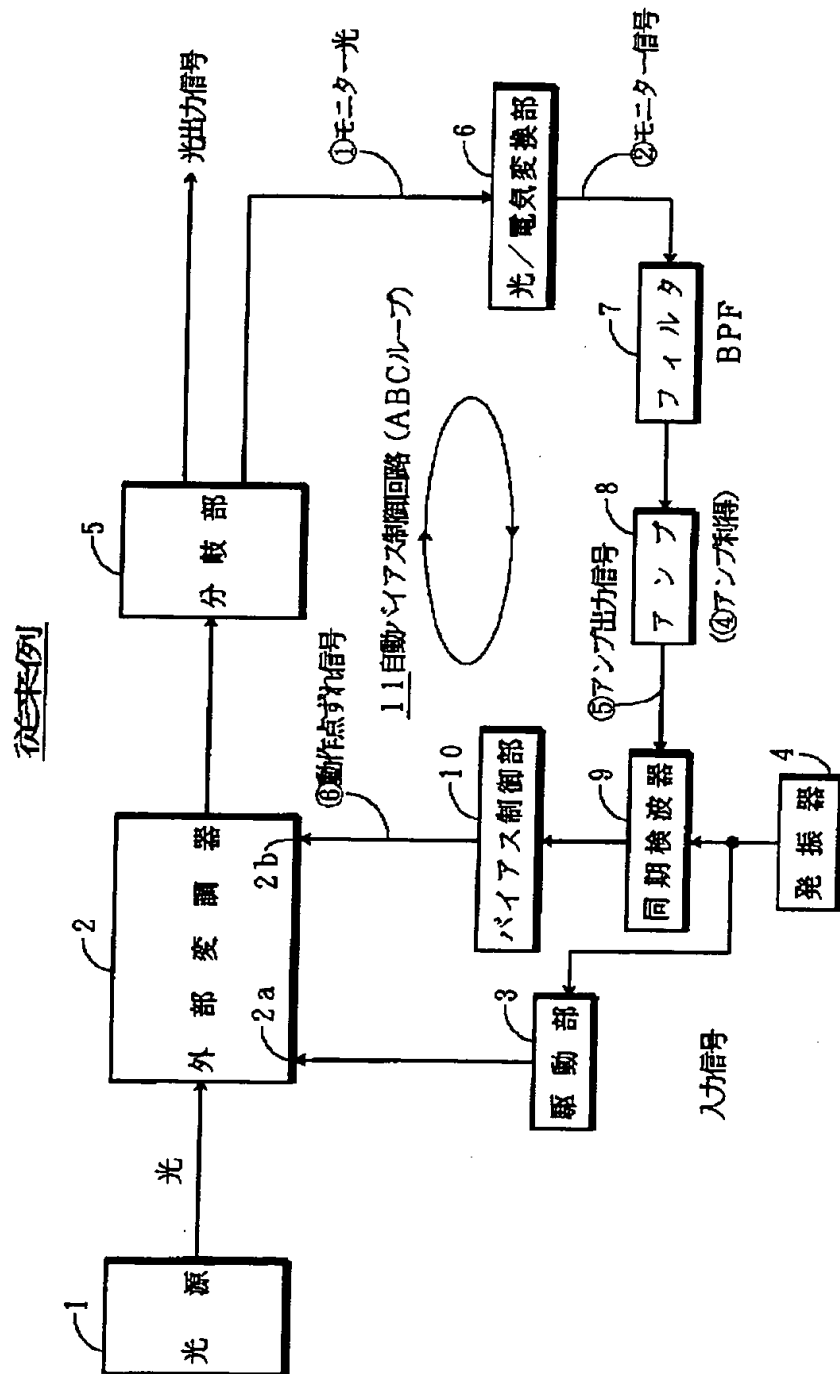


【図18】

本発明の実施例(16)



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 林 明彦
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

(72)発明者 津田 高至
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内